

CLIPPEDIMAGE= JP403013907A

PAT-NO: JP403013907A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03013907 A

TITLE: PRODUCTION OF SUBSTRATE TYPE OPTICAL WAVEGUIDE

PUBN-DATE: January 22, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SAKANO, TATSUYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJIKURA LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP01149885

APPL-DATE: June 13, 1989

INT-CL (IPC): G02B006/12

US-CL-CURRENT: 385/130

ABSTRACT:

PURPOSE: To lower the propagation loss of the optical waveguide by thermally oxidizing an Si substrate to form an SiO<sub>2</sub> layer and forming a metal to increase the refractive index of the SiO<sub>2</sub> layer on the SiO<sub>2</sub> layer to a prescribed shape and then thermally diffusing this metal in an oxidation atmosphere.

CONSTITUTION: The Si substrate 11 is thermally oxidized for 35 hours at 1,100°C by using a hydrogen combustion method or the like to form the SiO<sub>2</sub> layer 17 having 4μm film thickness. Ti is deposited at 200Å thickness by sputtering, etc., as the metal 6 to increase the

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-13907

⑤ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)1月22日

G 02 B 6/12

M

7036-2H

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑬ 発明の名称 基板型光導波路の製造方法

⑭ 特 願 平1-149885

⑮ 出 願 平1(1989)6月13日

⑯ 発 明 者 坂 野 達 也 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内  
⑰ 出 願 人 藤倉電線株式会社 東京都江東区木場1丁目5番1号  
⑱ 代 理 人 弁理士 志賀 正武 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

基板型光導波路の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) Si基板を熱酸化することによりSiO<sub>2</sub>層を形成し、前記SiO<sub>2</sub>層の上に当該SiO<sub>2</sub>層の屈折率を高める金属を所定の形状に形成し、この上にSiO<sub>2</sub>層を堆積させた後に、酸化雰囲気中で前記金属を熱拡散することによってSiO<sub>2</sub>クラッド層および高屈折率の光導波路を同時に形成することを特徴とする基板型光導波路の製造方法。

(2) 前記金属として金属酸化物を用いる請求項1記載の基板型光導波路の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 「産業上の利用分野」

この発明は、光通信および光情報処理の分野に係り、光合分波器、光合分岐器等に用いて好適な基板型光導波路の製造方法に関する。

## 「従来の技術」

従来、基板型光導波路には、

① イオン交換によって形成するガラス光導波路。

② Ti拡散またはプロトン交換で光導波路を形成するLiNbO<sub>3</sub>光導波路。

③ 熔融石英またはSi基板上にCVD(Chemical Vapor Deposition)法で形成するSiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>光導波路。

④ Si基板上にスパッタ法で形成するSiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>光導波路。

などがある。

上述した①のガラス光導波路では、第2図に示すように熔融石英(SiO<sub>2</sub>)などのガラス基板1に電界イオン交換などによってNa<sup>+</sup>などのイオン2を拡散させ、本来ガラス基板1がもっているイオン3をイオン2(Na<sup>+</sup>)で置き換えることにより屈折率を制御し光導波路4を形成する。

次に、②のTi拡散によるLiNbO<sub>3</sub>光導波路では、LiNbO<sub>3</sub>基板5にTi(チタン)などの金属6をストライプ状にパターンニングした後(第3図(a)、(b)参照)、この金属6を熱拡散して

高屈折率の光導波路7を形成する(第3図(c)参照)。また、プロトン交換による $\text{LiNbO}_3$ 光導波路では、 $\text{LiNbO}_3$ 基板5の上に金属膜のレジスト8によってストライプ状のネガパターンを作成する(第4図(a)参照)。そして、この $\text{LiNbO}_3$ 基板5を安息香酸( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ )溶液9の中に浸漬し、 $\text{Li}^+$ と $\text{H}^+$ との交換を起こして $\text{LiNbO}_3$ 基板5の中に $\text{H}_x\text{Li}_{1-x}\text{NbO}_3$ なる高屈折率の光導波路10を形成する(第4図(b)参照)。

次に、③、④のCVD法またはスパッタ法による $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ 光導波路では、熔融石英またはSi基板11の上にCVD法またはスパッタ法によって $\text{SiO}_2$ 下部クラッド層12、 $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ 光導波路層13および $\text{SiO}_2$ 上部クラッド層14を順次形成し(第5図(a)、(b)参照)、この上にレジスト15によってストライプ状のポジパターンを作成する(第5図(c)参照)。そして、光導波路層13の3次元化のためにRIE(反応性イオンエッチング)によって両端をエッチングして光導波路13aを形成した後(第5図(d))

エッチングに多大な時間を要し量産性に劣るという問題を生じる。

この発明は、上述の問題点に鑑みてなされたもので、光ファイバとの接続損失を低減することができ、また、量産性に優れており、かつ、低損失の光導波路が作成できる基板型光導波路の製造方法を提供することができる。

#### 「課題を解決するための手段」

このような問題点を解決するために、請求項1記載の発明ではSi基板を熱酸化することにより $\text{SiO}_2$ 層を形成し、前記 $\text{SiO}_2$ 層の上に当該 $\text{SiO}_2$ 層の屈折率を高める金属を所定の形状に形成し、この上に $\text{SiO}_2$ 層を堆積させた後に、酸化雰囲気中で前記金属を熱拡散することによって $\text{SiO}_2$ クラッド層および高屈折率の光導波路を同時に形成することを特徴とする。

請求項2記載の発明では、上記請求項1の発明の金属として金属酸化物を用いることを特徴とする。

#### 「作用」

参照)、レジスト15を除去する(第5図(e)参照)。

#### 「発明が解決しようとする課題」

ところで、上述した①のガラス光導波路および②の $\text{LiNbO}_3$ 光導波路では、基板としてSiを用いていないため、光ファイバを接続するガイド溝を基板上に設けることが困難であり、また、受光素子などの電子デバイスを同一基板に集積することが困難であるという問題を生じる。さらに、②のTi拡散型の光導波路では、得られる光導波路の縦・横比が大きくなるため、縦・横比が1:1の光ファイバが接続された場合の接続損失が大きくなるという問題を生じる。

また、③、④のSi基板上にCVD法、スパッタ法により作成される $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ 光導波路では、3次元化のために数ミクロンに渡る $\text{SiO}_2$ クラッド層および $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ 光導波路層のエッチングを行う必要がある。このエッチングの結果、光導波路の側面に荒れが生じ光損失が大きくなり、また、エッチングとしてRIEを用いた場合には、

まず、Si基板11を熱酸化することにより $\text{SiO}_2$ 層を形成し、前記 $\text{SiO}_2$ 層の上に当該 $\text{SiO}_2$ 層の屈折率を高める金属または金属酸化物を所定の形状に形成し、さらに、この上に $\text{SiO}_2$ 層を堆積させる。そして、酸化雰囲気中で前記金属または前記金属酸化物を熱拡散することにより、 $\text{SiO}_2$ クラッド層および高屈折率の光導波路を同時に形成する。

#### 「実施例」

次に図面を参照してこの発明の実施例について説明する。

第1図は、この発明の一実施例による基板型光導波路の製造方法を示す工程図である。まず、第1図(a)に示すように、Si基板11を水素燃焼法などを用いて1100℃で35時間熱酸化することにより、膜厚4μmの $\text{SiO}_2$ 層17を形成する。次に、 $\text{SiO}_2$ 層17の上にスパッタリング等によってこの $\text{SiO}_2$ 層17を高屈折率にする金属6としてTiを膜厚200Å堆積させる(第1図(b)参照)。そして、この金属6をホトリソ

グラフィによって幅  $6\mu\text{m}$  のストライプ状にパターンニングし、この上に膜厚  $2\mu\text{m}$  の  $\text{SiO}_2$  層 18 をスパッタリングによって堆積させる (第1図 (c) 参照)。これを再び水素燃焼法などを用いて  $1100^\circ\text{C}$  で7時間熱酸化および熱拡散を行い、 $\text{SiO}_2$  クラッド層 19 および高屈折率の光導波路 20 を同時に形成した (第1図 (d) 参照)。

このような製造方法によって得られた光導波路 20 は幅約  $8\mu\text{m}$ 、厚さ約  $4\mu\text{m}$  であった。また、 $\text{SiO}_2$  クラッド層 19 を高屈折率にする金属 (Ti) 2 の原子は、オージェ電子分光分析の結果、光導波路 20 の深さ方向にガウス分布しており、基板表面にも存在していた。また、この光導波路 20 の伝搬損失は  $0.3\text{ dB/cm}$  であった。

なお、上述の高屈折率の光導波路 20 を形成する金属 6 としては、Ti 以外の Ni, Cu などの遷移金属、あるいは  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  などの金属酸化物を用いてもよい。

#### 「発明の効果」

以上説明したように、この発明によれば  $\text{SiO}_2$

クラッド層は熱酸化による良質な  $\text{SiO}_2$  膜であるため光導波路の伝搬損失を低減することができ、エッチングを行わずに、熱拡散により  $\text{SiO}_2$  クラッド層と光導波路とを形成するため量産性に優れており、かつ、光導波路の側面にエッチングによる荒れが生じないので伝搬損失を低減することができる。さらに、この発明による光導波路の屈折率は  $\text{LiNbO}_3$  光導波路に比較して低く、光ファイバの屈折率に近くなるため光ファイバとの接続損失を低減することができ、また、熱拡散プロセスにおいて、拡散源である金属が上下の  $\text{SiO}_2$  層に拡散することによって、光導波路の縦・横比が小さくなるため、光ファイバとの接続損失を低減することができる利点が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

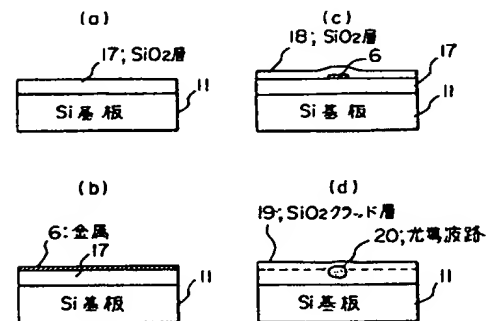
第1図は、この発明の一実施例による基板型光導波路の製造方法を示す工程図、第2図および第3図は各々、ガラス光導波路および  $\text{LiNbO}_3$  光導波路の製造方法を示す工程図、第4図はプロトン交換法による  $\text{LiNbO}_3$  光導波路の製造方法を

示す工程図、第5図はCVD法またはスパッタ法による  $\text{SiO}_2$ -TiO<sub>2</sub> 光導波路の製造方法を示す工程図である。

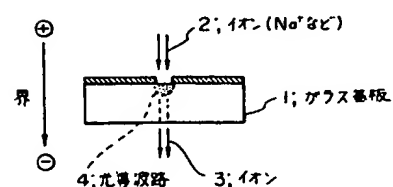
6 …… 金属、11 …… Si基板、17, 18 ……  $\text{SiO}_2$  層、19 ……  $\text{SiO}_2$  クラッド層、20 …… 光導波路。

出願人 藤倉電線株式会社

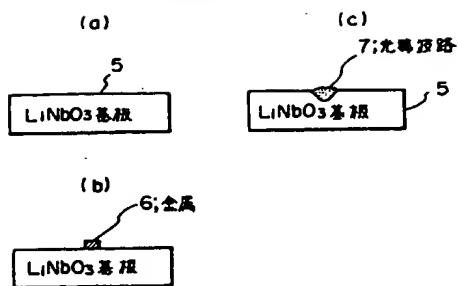
### 第1図



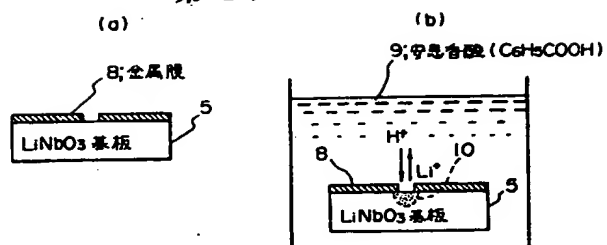
### 第2図



第3図



第4図



第5図

